

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

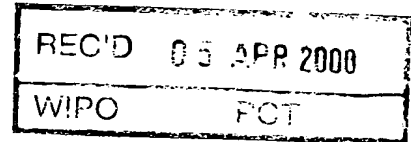
**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

THIS PAGE BLANK (USPTO)

## BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DE 00 / 00068

**PRIORITY  
DOCUMENT**SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

09/889098

**Bescheinigung**

ESU

Herr Professor Dr. Günther S c h e r e r in Garbsen/Deutschland hat eine  
Patentanmeldung unter der Bezeichnung

"Verfahren zur Förderung der Anthocyanbildung  
Pflanzen und/oder Früchten"

am 11. Januar 1999 beim Deutschen Patent- und Markenamt eingereicht.

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen  
Unterlagen dieser Patentanmeldung.

Die Anmeldung hat im Deutschen Patent- und Markenamt vorläufig die Symbole A 01 G  
und A 01 H der Internationalen Patentklassifikation erhalten.

München, den 27. März 2000

**Deutsches Patent- und Markenamt**

**Der Präsident**

Im Auftrag



Aktenzeichen: 199 00 616.4

Ebert

Prof. Dr. Günther Scherer  
D-30827 Garbsen-Berenbostel

73 438 n1/hj



## Verfahren zur Förderung der Anthocyanbildung in Pflanzen und/oder Früchten

### Gebiet der Erfindung:

Die Erfindung beschreibt ein Verfahren zur Förderung der Anthocyanbildung in Pflanzen und/oder Früchten.

### Hintergrund der Erfindung:

Eines der wichtigsten Ziele der Fruchtproduktion ist die möglichst lange Lagerung von Früchten, die anschließend noch attraktiv aussehen, gut schmecken und gesund sein müssen. Aus diesem Grund sind Äpfel als Früchte in gemäßigten Breiten so wichtig, da die meisten Sorten diese Bedingungen erfüllen. Um dieses Ziel zu erreichen, erfolgt die Lagerung von Äpfeln heutzutage in sog. ULO-Lagern ("Ultra Low Oxygen") oder CA-Lagern ("Controlled Atmosphere"), in denen bei 0°C ein erhöhter Kohlendioxid- und ein stark verminderter Sauerstoffgehalt vorhanden ist. Stoffwechsel und Nachreife werden so verhindert und Lagerung bis zu 6 Monaten und mehr wird erreicht. Früher wurde nur die Temperatur reguliert, was zu kürzeren Lagerzeiten führt. Für den Verbraucher ist die Stärke der roten Pigmentierung (Färbung) der Rinde von Äpfeln ein wichtiges Kriterium für deren Qualität. Die Rotfärbung bestimmt damit den Wert der Äpfel am Markt.

Daher wird es als nachteilig empfunden, daß bei Früchten immer schon die Rotfärbung innerhalb eines Baumes stark

variierte, und die im Schatten gewachsenen Früchte als qualitativ geringer eingestuft werden, und zwar vorwiegend wegen der Farbe. Außerdem gibt es etliche bekannte und wohlschmeckende Sorten, die schlecht rot werden und deswegen weniger beliebt sind, als sie vielleicht sein könnten, z.B. Cox Orange. Erfahrungen beim Verkauf verschiedener Sorten gehen eindeutig dahin, daß rote Farbe über allen anderen Auswahlkriterien steht. Wichtige Sorten, die überhaupt nicht rot werden, sind Golden Delicious (Europa und weltweit) und Granny Smith, der meist auf der Südhalbkugel (Neuseeland) produziert wird.

Deshalb ist die Erzeugung bzw. Förderung der Rotfärbung der Äpfel ein ständiges Ziel des Apfelbauern.

Obwohl der Mechanismus der Pigmentierung der Apfelrinde noch nicht vollständig aufgeklärt ist, ist es bekannt, daß eine ausreichende Belichtung mit Sonnenlicht, aber auch künstlichem Licht (DE 3409796 A1, WO 86/ 00492), die Pigmentierung verstärkt. Darüber hinaus ist bekannt, daß auch chemische Substanzen (FR 81 15845, EP 0 598 304) die Pigmentierung der Rinde von Äpfeln vorteilhaft beeinflussen können. Allerdings ist die Verwendung chemischer Substanzen nicht immer unbedenklich (FR 81 15845) bzw. zeigt nicht bei allen Apfelsorten den gewünschten Effekt, und die Methoden, bei denen Sonnenlicht eingesetzt wird, sind auf dessen Verfügbarkeit angewiesen. Die bekannten Methoden der künstlichen Belichtung greifen vorzugsweise auf weißes, rotes oder blaues Licht und Kombinationen von rotem und blauem Licht (DE 3409796 A1) zurück. Gemäß dieser Druckschrift kann die künstliche Belichtung sowohl als vor der Ernte durchzuführende Nachtunterbrechungsbehandlung, als auch an geernteten Äpfeln durchgeführt werden. WO 86/ 00492 beschreibt ein Verfahren zur Kennzeichnung von Äpfeln, in dem die Äpfel mit einer lichtundurchlässigen Maske versehen werden und dann mit einer künstlichen Lichtquelle, z.B. mit

einer weißes Licht emittierenden Leuchstoffröhre ("fluorescent light source") bestrahlt werden.

Die Ansprüche des Marktes fordern heutzutage einerseits gut aussehende und optimal gerötete Früchte, wobei der Markt insbesondere der Anwendung künstlicher Mittel, wie z.B. der Aufbringung chemischer Substanzen, kritisch begegnet. Die Verwendung von Licht zur Herbeiführung der Rötung kommt dagegen ohne die Anwendung chemischer Mittel aus. Allerdings sind die bisher beschriebenen Verfahren, wie die Nachtunterbrechungsbehandlung vor der Ernte aufwendig und wenig effizient und die bekannten Bestrahlungsverfahren mit weißem, blauem, oder rotem Licht sind langwierig und daher verbesserungsbedürftig.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung war es daher, ein Verfahren zur Förderung der Anthocyanbildung in Pflanzen und/oder Früchten bereitzustellen, das sich durch eine besonders schnell erzielbare Wirkung auszeichnet und sich problemlos in die etablierten Schritte vom Anbau bis zum Verkauf integrieren läßt.

Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung war es, in einer besonderen Ausführungsform, ein Verfahren bereitzustellen, das die Rotfärbung von Früchten ermöglicht, die normalerweise keine rote Farbe entwickeln, z.B. von sog. grünen Apfelsorten.

#### **Zusammenfassung der Erfindung**

Überraschend wurde jetzt gefunden, daß UV-B Licht, und Licht, das sich aus einer Mischung von weißem Licht und Licht aus dem spektralen Bereich des UV-B zusammensetzt, die Anthocyanbildung in Pflanzen und/oder Früchten fördert. Die Anthocyanbildung läßt sich erfindungsgemäß auch durch eine

Bestrahlung mit weißem Licht und zusätzlich mindestens einer blauen Licht emittierenden Lichtquelle fördern.

#### Detaillierte Beschreibung der Erfindung

Das erfindungsgemäße Verfahren läßt sich im Prinzip auf alle anthocyanbildenden Strukturen von Pflanzen (z.B. Blüten und Blätter) bzw. deren Früchten anwenden. Anthocyane verursachen gelbe, orange, rote und blauviolette sowie blaue Farbtöne, wobei es sich um verschiedene Stoffgemische handelt, die in den Vakuolen gespeichert werden. Fast alle oberflächlich liegenden Zellen (Epidermis) von den oberirdischen Organen der Pflanzen speichern Anthocyane besonders gut, sind aber bei weitem nicht immer bunt, sondern oft mit farblosen, nur UV-Licht absorbierenden Anthocyanen gefüllt. Die gelben, gelbroten und roten Anthocyane sind chemisch etwas einfacher gebaut als die blauen. Manche Pflanzen können keine roten und blauen, manche keine blauen Anthocyane bilden. Anthocyane sind auch die Farbstoffe, die Blätter (z.B. Blutbuche, Buntnessel und viele Zierpflanzen) färben. Nicht alle gelben/roten Früchte/Blüten sind durch Anthocyane gefärbt, roter und gelber Paprika z.B. durch Carotinoide, die biosynthetisch völlig anders entstehen.

Bevorzugtermaßen wird das erfindungsgemäße Verfahren zur Förderung der Rotfärbung oder Gelbfärbung (der Ausbildung roter oder gelber Anthocyane), stärker bevorzugt zur Förderung der Rotfärbung, insbesondere bei Früchten eingesetzt.

Wichtige Früchte, die durch Anthocyane rot oder gelb werden, wie Äpfel, Birnen, Pfirsiche, Nektarinen, Pflaumen, Kirschen (alle Rosengewächse), Blaubeeren und Preiselbeeren, fallen in das Gebiet der Erfindung. Bevorzugtermaßen wendet man das erfindungsgemäße Verfahren bei Birnen und Äpfeln, insbesondere bei Äpfeln an.

In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung fördert man die Anthocyanbildung in Äpfeln, die, wenn am Baum gereift, normalerweise eine Rotfärbung, wenn auch oft nicht in dem gewünschten Maße, zeigen. Hierzu zählen beispielsweise *Cox Orange, Elstar, Gloster, Idared, Jonagold* und *Pilot*.

In einer besonders bevorzugten Ausführungsform wird die Rotfärbung von Früchten, insbesondere Äpfeln gefördert, die sich normalerweise nicht rot färben. Dies erreicht man durch die Bestrahlung mit UV-B-Licht oder einer Mischung aus UV-B-Licht und weißem Licht und wurde erfolgreich beispielsweise an den folgenden Apfelsorten durchgeführt: *Golden Delicious, Zitronenapfel, Granny Smith* und *Mutsu*.

Da man in der Regel mit UV-B-Licht oder einer Mischung aus UV-B-Licht und weißem Licht die Anthocyanbildung stärker fördert als mit einer Mischung aus weißem und blauem Licht, sind die ersten beiden Varianten bevorzugt.

Bei der Verwendung von UV-B-Licht setzt man bevorzugtermaßen Lichtquellen ein, deren Strahlungsflußanteil im Bereich von 280-315 nm bezogen auf den Gesamtstrahlungsfluß von 100-780nm ( $\Phi_{280-315nm} / \Phi_{100-780nm}$ ; jeweils in Watt gemessen) nicht unter 20% liegt. Bevorzugtermaßen liegt der Wert für  $\Phi_{280-315nm} / \Phi_{100-780nm}$  bei mindestens 30%, insbesondere bei mindestens 45%. Höhere Werte (z.B. mindestens 70 oder mindestens 90%) sind im Hinblick auf die Energieausbeute noch günstiger. Lampen mit solchen höheren Strahlungsflußanteilen im Bereich von 280-315 nm sind in der Regel aber teurer. Somit kann man mit günstigen käuflich erhältlichen UV-B-Lampen (z.B. TL 40W/12 der Fa. Philipps), deren Wert (ca. 57%) für  $\Phi_{280-315nm} / \Phi_{100-780nm}$  bei oberhalb von 45% liegt, bereits äußerst wirtschaftlich arbeiten.

Analog verwendet man vorzugsweise Blaulichtquellen bzw. Weißlichtquellen, deren Strahlungsflußanteil ( $\Phi_{400-510nm}$



/ $\Phi_{100-780\text{nm}}$ ) bzw. ( $\Phi_{400-780\text{nm}} / \Phi_{100-780\text{nm}}$ ) im Bereich von 400-510 nm bzw. 400-780 nm bezogen auf den Gesamtstrahlungsflusses von 100-780nm bei mindestens 20%, insbesondere mindestens 30%, am stärksten bevorzugt mindestens 45% liegt. Da Lichtquellen für blaues bzw. weißes Licht mit Strahlungsflußanteilen von mindestens 70%, insbesondere mindestens 90% relativ günstig käuflich zu erwerben sind, ist das Arbeiten mit solchen Lichtquellen noch stärker bevorzugt.

Arbeitet man mit zwei Lichtquellen, deren Spektren sich überlappen, d.h mit einer Mischung aus weißem und blauem Licht, so dürfen die entsprechenden Strahlungsflußanteile nicht null sein und sollten jeweils die zuvor spezifizierten Werte zeigen. Alternativ kann man mit einer Lichtquelle arbeiten, falls diese eine gegenüber weißem Licht im blauen Bereich entsprechend angereicherte Strahlungsflußdichte aufweist.

Bei der Optimierung der Verfahrensbedingungen für die Bestrahlung spielen insbesondere die Zahl und Art der eingesetzten Lichtquellen, deren Leistung, deren Anordnung und Abstand relativ zu den Früchten, die Bestrahlungsdauer, die Temperatur und eine etwaige Nachlagerung unter Kühlung eine Rolle.

Üblicherweise verwendet man pro Lichtsorte 1-8, bevorzugtermaßen 1-4, insbesondere 2 Lichtquellen.

Die Anordnung der Lichtquellen stellt bevorzugtermaßen sicher, daß die Pflanze(n) bzw. die Frucht (Früchte) genau dort bestrahlt wird (werden), wo sich das Anthocyan bilden soll. Besonders bevorzugt ist die Anordnung zweier Lichtquellen pro Lichtsorte oberhalb der Pflanze (Frucht) bzw. der Pflanzen (Früchte). Bevorzugtermaßen ordnet man sowohl die Lichtquellen als auch die zu bestrahlenden Früchte

(Pflanzen) in einem Gehäuse bzw. Behälter (insbesondere mit spiegelnden Oberflächen) an.

Der Abstand zwischen der (den) Lichtquelle(n) und den einzelnen Pflanzen (Früchten) beträgt bevorzugtermaßen 25 bis 100 cm, insbesondere 60 bis 80 cm. Man kann jedoch auch mit geringeren oder größeren Distanzen arbeiten, wenn man die anderen Verfahrensparameter (z.B. spektraler Strahlungsflußanteil und Leistung der Lampe, Bestrahlungsdauer) entsprechend anpaßt. Beispielsweise kann man einen größeren Abstand zwischen Früchten (Pflanzen) und Lichtquelle(n) durch eine höhere Leistung der Lichtquelle(n) oder durch einen höheren Strahlungsflußanteil derselben kompensieren.

Die Leistung der eingesetzten Lichtquellen liegt üblicherweise im Bereich von 20-100W, bevorzugtermaßen 36-60W pro Lichtquelle. Wegen Verlusten durch Wärme und Strahlung in "unerwünschten" Spektralbereichen wird in der Regel jedoch nur ein Bruchteil dieser Leistung im "gewünschten" Spektrenabschnitt abgegeben. Beispielsweise liegt bei der käuflich erhältlichen UV-B-Leuchtstofflampe TL 40W/12 der Fa. Philips die im Bereich von 280-315 nm abgegebene Leistung bei 5,1 W. Bei der Wahl einer geeigneten Lichtquelle ist ferner zu beachten, daß eine höhere Leistung bei ansonsten identischen Verfahrensparametern nicht automatisch eine beschleunigte Anthocyanbildung mit sich bringt, da es zu Sättigungseffekten kommen kann.

Bevorzugtermaßen arbeitet man im erfindungsgemäßen Verfahren mit den folgenden Lichtintensitäten, wobei sich die angegebenen Werte auf die Lichtintensität (in  $\mu\text{Es}^{-1}\text{m}^2$ ) an der Pflanze bzw. Frucht und auf den (die) Wellenlängenbereich(e) der jeweiligen Lichtsorte(n) beziehen.

Blau/Weiß: mehr als 1; stärker bevorzugt mehr als 2;  
insbesondere 20-50;

UV-B: mehr als 0,5; stärker bevorzugt mehr als 1,0;  
insbesondere 10-20;

UV-B/Weiß: mehr als 0,75; stärker bevorzugt mehr als 1,5;  
insbesondere 15-50;

Beim Mischen von blauem und weißem Licht beträgt das Verhältnis der Lichtintensitäten (blau/weiß) von 1/10 bis 10/1. Für eine Mischung aus UV-B und weiß beträgt das Verhältnis bevorzugtermaßen 1/20 bis 10/1.

Es ist bevorzugt, die Bestrahlung über einen Zeitraum von mindestens 12, insbesondere 12 bis 72 h, stärker bevorzugt 12 bis 36, am stärksten bevorzugt 12 bis 24 h durchzuführen. Bei der Bestrahlung von Früchten hängt die Wahl der Bestrahlungsdauer u.a. davon ab, ob die Früchte frisch geerntet sind oder bereits gelagert wurden. Frisch geerntete Früchte sprechen bei UV-B-Licht, ggf. gemischt mit weißem Licht in der Regel stärker an als bereits längere Zeit gelagerte Früchte (z.B. mehr als 100 Tage, insbesondere mehr als 1 Jahr), so daß man innerhalb von 72h den Endwert der Rotfärbung erreicht. Bei bereits länger gelagerten Früchten können auch längere Bestrahlungszeiten als 72h zum Erreichen des Endwerts erforderlich sein. Der geeignete Bestrahlungszeitraum läßt sich durch Beobachtung der Pflanzen (Früchte) leicht ermitteln.

Auch die Temperatur hat auf die Anthocyanbildung einen Einfluß. Üblicherweise bestrahlt man in einer Klimakammer bei Temperaturen von 5 bis 25°C, bevorzugtermaßen bei 14 bis 19°C (insbesondere 15 bis 18°C). Bei diesen Temperaturen werden auch das Aussehen und der Geschmack der Äpfel so wenig wie möglich beeinträchtigt. Erfindungsgemäß bewährt hat sich das Bestrahlen bei 17°C in einer Klimakammer. Eine Regelung der Luftfeuchtigkeit in der Klimakammer ist nicht erforderlich, kann aber dazu beitragen, die Früchte "frisch" zu halten.

Man kann das erfindungsgemäße Verfahren auf sich noch am Strauch oder am Baum befindende Früchte anwenden, z.B. als Nachtunterbrechungsbehandlung. Bei Baumfrüchten, z.B. Äpfeln und Birnen, ist es jedoch aus wirtschaftlichen Erwägungen bevorzugt, die Früchte zunächst zu ernten. Die Früchte können dann entweder im frischen Zustand oder nach einer frei wählbaren Zeit der Lagerung bestrahlt werden.

Insbesondere, wenn man "frische" Früchte bestrahlt, ist es bevorzugt, die bestrahlten Früchte nach der Bestrahlung im Dunkeln zu lagern. (Ob eine Frucht "frisch" ist oder nicht, hängt entscheidend von den Lagerbedingungen und der Sorte ab, so daß die hier beschriebene Verfahrensvariante nicht nur auf frisch geerntete Früchte, sondern bevorzugtermaßen auch auf bis zu 1 Jahr, insbesondere auf bis zu 100 Tage gelagerte Früchte angewendet werden kann). Während dieser Nachlagerung beobachtet man oft trotz Dunkelheit eine Anthocyanbildung, die diese Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens besonders vorteilhaft macht. Bevorzugtermaßen kombiniert man eine Bestrahlung über einen Zeitraum von 12 bis 72 h, vorzugsweise 12 bis 36h, insbesondere 12 bis 24h mit einer Nachlagerung im Dunkeln über mindestens 2 Tage, bevorzugtermaßen 2 Tage bis 10 Tage, insbesondere 2 bis 7 Tage. Eine über 10 Tage hinausgehende Nachlagerung ist jedoch problemlos möglich.

Die Nachlagerung kann in einem Temperaturbereich von 0°C bis ca. 30-35°C durchgeführt werden, wobei im Hinblick auf die angestrebte Frischhaltung der Früchte Temperaturen von 0-10°C bevorzugt sind. Überraschenderweise wurde festgestellt, daß ein frisch gepflückter Apfel, der 1 Tag bestrahlt und dann nachgelagert wurde (z.B. 1 Tag Bestrahlung mit UV-B oder einer Mischung aus UV-B und weißem Licht, dann 7tägige Nachlagerung im Kühlschrank bei 4°C), eine stärkere Rotfärbung zeigte als ein frisch gepflückter Apfel, der 3 Tage unter denselben Bedingungen bestrahlt wurde und nicht nachgelagert wurde. Zur Nachlagerung im Dunkeln eignen sich

auch die bereits erwähnten ULO-Lager oder CA-Lager mit ihren typischerweise bei 0°C liegenden Lagertemperaturen.

Nach dem erfindungsgemäßen Verfahren ist es auch möglich, die Pflanzen und/oder Früchte mit einer Aussparung der Anthocyanfärbung in einer beliebig zu wählenden Form zu versehen, indem man vor der Bestrahlung eine lichtundurchlässige Abdeckung mit dieser Form auf die nicht oder wenig pigmentierten Pflanzen und/oder Früchte aufbringt und diese Abdeckung nach der Bestrahlung wieder entfernt.

Damit ergibt sich nach dem patentgemäßen Verfahren die Möglichkeit, ein im Prinzip bekanntes Verfahrens zur Aufbringung von Zeichnungen und Schriftzügen auf die Oberfläche von Früchten, insbesondere Äpfeln wesentlich zu verbessern, da das neue Verfahren auch auf ansonsten grünbleibende Fruchtsorten angewandt werden kann. Ein weiterer Vorteil liegt darin, daß man diese Variante des Verfahrens auch noch lange Zeit nach der Ernte durchführen kann, wobei Belichtungszeiten von nur 2 Tagen genügen können, um eine deutlich sichtbare Anthocyanfärbung hervorzurufen.

Die Fruchtoberfläche wird so z.B. zu einer neuen Werbefläche. Man kann auch an Weihnachtsmotive, Firmenlogos, Vornamen, Sprüche aller Art usw. denken, die so auf die Fruchtoberfläche angebracht werden können. Dies ist dem normalen Obstverkauf gegenüber eine zusätzliche Idee. Die Realisierung dieser Idee wird erfindungsgemäß dadurch gefördert, daß das Muster sehr schnell und unabhängig von der Sorte aufgebracht werden kann. Damit bietet die Erfindung, d.h. eine schnelle und einfache Methode zur nachträglichen Rötung von Früchten, insbesondere Äpfeln, einen entscheidenden Vorteil gegenüber bekannten Verfahren, da das erfindungsgemäße Bestrahlungsverfahren in Verbindung mit dem vorherigen Aufbringen von Aufklebern zur Erzeugung eines Abbildes dieser Aufkleber auf der Oberfläche der Früchte auch

noch spät nach der Ernte kurzfristig auf Bestellung durchführbar ist.

Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren läßt sich insbesondere beim Einsatz von spektralem UV-B oder einer Mischung aus UV-B und weißem Licht die Anthocyanbildung gegenüber herkömmlichen Verfahren beschleunigen.

Ein entscheidender Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens bei der Bestrahlung von Pflanzen und/oder Früchten ist es, daß es ohne großen technischen Aufwand schnell durchgeführt werden kann und sich problemlos in die bestehenden Verfahrensschritte vom Anbau bis zum Verkauf eingliedern läßt. Bei Früchten, insbesondere Äpfeln ist es von großem Vorteil, daß sich das Verfahren in etablierte Lagerungsschritte integrieren läßt. Somit kann man die Früchte, insbesondere Äpfel ohne Frischeverlust bestrahlen und dann wie herkömmlich unter ULO- oder CA-Bedingungen lagern. Die Belichtung als der relativ komplizierte Schritt kann folglich zentralisiert werden, d.h. dem Lagerbetrieb angegliedert werden.

Darüber hinaus wurde überraschend gefunden, daß insbesondere auch solche Früchte, die bei normaler Reifung und Lagerung grün bleiben, z.B. grüne Äpfel, nach einer Behandlung mit UV-B oder einer Mischung aus UV-B und weißem Licht eine kräftige Rotfärbung zeigen.

#### Figuren:

Die Figur 1 ist eine schematische Skizze einer Bestrahlungskammer, die sich für das erfindungsgemäße Verfahren eignet.

Die Figur 2 enthält 2 Fotografien von Äpfeln (a: Zitronenapfel, b: Golden Delicious), die nach einer 7-tägigen

Bestrahlung mit 4 unterschiedlichen Lichtsorten (UV-A/Weiß, UV-B, Blau/Weiß, UV-B/Weiß) aufgenommen wurden.

Figur 3 ist ein Balkendiagramm, in dem die Absorption bei 527,5 nm von Extrakten aus der Schalen von Pilotäpfeln gegen die Bestrahlungsdauer in Stunden für 2 Versuchsreihen (Anthocyanmessung direkt nach der Bestrahlung; Anthocyanmessung nach Bestrahlung und zusätzlicher 7-tägiger Lagerung) aufgetragen ist.

Beispiele:

#### METHODIK

Für das erfindungsgemäße Bestrahlungsverfahren verwendete man eine auf 17°C eingestellte Klimakammer (1), wie sie in Figur 1 dargestellt ist. Beim Arbeiten mit farbigem bzw. UV-Licht wurden je zwei Lampen (2) (Abstand 50cm, je 25 cm von der Deckenmitte) in einer Höhe von 80 cm an der Decke einer Klimakammer mit den folgenden Maßen befestigt: 160cm Höhe x 120cm Breite x 140cm Tiefe. Beim Einsatz von Mischungen aus farbigem bzw. UV-Licht mit weißem Licht verwendete man zusätzlich zwei Weißlichtlampen (3), die man rechts und links der farbigen (bzw. UV)-Lampen (2), und zwar jeweils 10cm weiter von der Deckenmitte entfernt, anbrachte. Für die Bestrahlung mit Weißlicht verwendete man 4 Lampen (2,3), die die gleiche Anordnung wie bei der Mischlicht-Bestrahlung hatten. Die Position der zu bestrahlenden Früchte (20-50 Früchte pro Versuch) ist durch schwarze Balken (4) dargestellt. Der Abstand zwischen den Früchten und den Lampen ist durch den Doppelpfeil (5) angedeutet. Die Innenwände der gesamten Kammer (1) waren mit einer Metallfolie verspiegelt.

Wo in den Beispielen von einem Versuchsaufbau "halbe Kammer" die Rede ist, wurde die Kammer durch die schwarze, nicht verspiegelte Zwischenwands (6) getrennt. In den Versuchen mit

einer "halben Kammer" arbeitete man folglich mit nur 1 bzw. 2 Leuchtstoffröhren und ca. halben Lichtintensitäten.

Die Bestrahlungen wurden mit den folgenden Lichtquellen durch geführt:

Weißes Licht: Phillips TLD 36W/83 (Länge: 120 cm)

Blaues Licht: Phillips TLD 36W/18 BLUE (Länge: 120 cm)

Rotes Licht: Phillips TLD 36W/15 RED (Länge: 120 cm)

UV-A: Phillips TL 60W/09 N" (Länge: 120 cm)

UV-B: Phillips TL 40W/12 (Länge: 120 cm)

Für die Lampen wurde die in der folgenden Tabelle 1 angegebene Strahlungsflußverteilung ermittelt (Abstand ca. 65 cm, jeweils eine Lampe).



Tabelle 1

Strahlungsflußverteilung (W/m<sup>2</sup>)

	UV-C 100-280 nm	UV-B 280-315 nm	UV-A 315-400 nm	VIS (400 - 780 nm)		
				Blau (400-510nm)	(510-620nm)	Rot (620-780nm)
TLD 36 W/83 (weiß)	0	0	0,1	2,5	9,1	10,0
TLD 36 W/18 (blau)	0	0	0,1	12,2	2,0	0,3
TLD 36 W/15 (rot)	0	0	0,05	0,16	0,19	4,5
TL 60 W/09 N'' (UV-A)	0	0,11	31,4	5,25		
TL 40 W/12 (UV-B)	0,3 max.	16,8	9,9	2,5		

Die Anthocyanbildung wurde über die Zunahme der Rotfärbung der Versuchsfrüchte nach den folgenden drei Verfahren bewertet.

1. Bestimmung der Chromameter-Werte (Y, x, y), wobei Y für Helligkeit, x für Blau-Gelb-Werte und y für Rot-Grün-Werte der Farbe steht. Aus diesen drei Zahlenwerten läßt sich jede Farbe somit wieder "zusammensetzen". Die erhaltenen Werte sind in hohem Maße reproduzierbar. Die Messungen wurden mit einem von der Firma Minolta hergestellten Gerät der Bezeichnung "Chromameter II Reflectance" durchgeführt. Bei der Messung wurde die Versuchsfrucht wie folgt vermessen:

Der Meßkopf wurde dreimal abgelesen und Mittelwerte für jeden Meßpunkt sind angegeben. Die Schwankungen sind  $\leq 3\%$  vom Mittel. Die Wertevariation liegt demzufolge in der zwangsläufig nicht vollkommenen Gleichmäßigkeit der Früchte.

2. Photometrische Absorptionsmessungen bei 527,5nm: nach dem Schälen der Frucht wurden drei kreisförmige Flächen von zusammen  $2,4 \text{ cm}^2$  aus der Fruchtschale mit einem Korkbohrer ausgestanzt, die einmal unter Schütteln mit 1,5 ml einer Mischung aus 10N-HCl und Methanol im Volumen-Verhältnis 1/99 (1% 10N-HCl + 99% MeOH) extrahiert wurden. Dann maß man die Absorption bei 527,5 nm des Extrakts in einer Küvette mit einer Pfadlänge von 1cm unter Verwendung eines handelsüblichen Photometers, das von der Fa. Perkin-Elmer hergestellt wurde.
3. Optische Bewertung: vor dem Auslegen der Früchte wurden schwarze Klebetikette auf die Schale geklebt, unter denen beim Bestrahlen die ursprüngliche Farbe erhalten blieb. Nach Beendigung der Belichtung wurde auf einem Foto die ursprüngliche mit der direkt daneben

entstandenen neuen Farbe verglichen. In den Fig. 2a-2b sind für mehrere der durchgeführten Versuche die entsprechenden Photographien beigelegt. Bei der optischen Bewertung wurden die Früchte wie folgt klassifiziert:

- "+++": sehr starke Rotfärbung
- "++": starke Rotfärbung
- "+": schwache Rotfärbung
- "-/+": sehr schwache Rotfärbung
- "-": keine Rotfärbung

Alle drei Methoden liefern völlig übereinstimmende Ergebnisse.

#### BEISPIEL 1 (Kinetik)

Frisch geerntete (Ernte Herbst 1997 und 1998) Äpfel der folgenden Sorten wurden vom Versuchsgut der Universität Hannover zur Verfügung gestellt. Die Bestrahlung der folgenden Sorten wurde mit einer "halben Kammer" jeweils 0 bis 5 Tage nach der Ernte durchgeführt. (Ausn.: Mutsu wurde in der "ganzen Kammer" untersucht).

Rotwerdende Sorten: *Cox Orange, Elstar, Gloster, Idared, Jonagold, Pilot;*

Grüne Sorten: *Golden Delicious, Zitronenapfel, Mutsu*

Ferner wurde in Beispiel 1 in einem Versuchsaufbau mit einer "ganzen Kammer" die Rotfärbung von bereits 30-50 Wochen gelagerten *Granny Smith*-Äpfel untersucht, die aus Neuseeland stammten.

Äpfel gleicher Färbung wurden aus einer jeden Sorte ausgewählt. Jeweils ein Apfel wurde dann über einen Zeitraum von 0, 3, 5 bzw. 7 Tagen in der zuvor beschriebenen Klimakammer (17°C) mit Dauerlicht bestrahlt. Als Lichtquellen wurden

- eine Mischung aus blauem Licht und weißem Licht (Erfindung)
  - blaues Licht (Vergleich)
  - UV-B (Erfindung)
  - eine Mischung aus UV-B und weißem Licht (Erfindung)
  - UV-A (Vergleich)
  - eine Mischung aus UV-A und weißem Licht (Vergleich)
- eingesetzt. Die Lichtquellen waren wie im Absatz "Methodik" beschrieben angeordnet.

Unmittelbar nach der Bestrahlung wurde jeder Apfel mit einem Chromameter vermessen. Dann entfernte man mit einem Korkbohrer ein Stück der Apfelschale, die dann nach dem zuvor beschriebenen Verfahren (2) auf ihren relativen Gehalt (bezogen auf die Nullwerte) an Anthocyan untersucht wurde.

Die Werte für "0 Tage" (Nullwert) wurde durch die Untersuchung einer abgeklebten Fläche oder durch Messung zu Versuchsbeginn erhalten.

Die Ergebnisse sind in der Tabelle 2a zusammengestellt. Die Schwankungen der Meßwerte sind durch die niemals perfekte Übereinstimmung zwischen Äpfeln einer Meßreihe bedingt. Ein Teil der Ergebnisse ist in den Fig. 2a-2b dargestellt, die 2 grüne Sorten zeigen (2a: Zitronenapfel, 2b: Golden Delicious), die jeweils 7 Tage mit den folgenden Lichtsorten bestrahlt wurden:

1: UV-A/Weiß, 2: UV-B, 3: Blau/Weiß, 4: UV-B/Weiß

Die Ergebnisse einer weiteren Versuchsreihe unter identischen Bedingungen, in der jedoch ausschließlich eine photometrische Anthocyanmessung nach 0 und 3 Tagen stattfand ist in Tabelle 2b dargestellt.

Die Zunahme roter Anthocyane bei der Bestrahlung mit UV-B oder UV-B/Weiß erkennt man in Fig. 2a und 2b an der Kreisfläche auf den Äpfeln, die dem mit einer lichtundurchlässigen Folie abgedeckten Bereich entspricht,

und wo sich somit die Farbe der unbestrahlten Äpfel erhalten hat.

Die Ergebnisse zeigen, daß die Bildung roter Anthocyane durch UV-B-Licht stark gefördert wurde, wobei man die Wirkung durch Beimischung von weißem Licht noch verstärken kann. Gute Ergebnisse erhielt man bei natürlicherweise rot werdenden Sorten auch beim Bestrahlen mit einer Mischung aus weißem und blauem Licht. Die Effekte, die man mit einer Mischung aus weißem und blauem Licht erhält, waren jedoch bis auf wenige Ausnahmen schwächer als beim Bestrahlen mit UV-B Licht oder beim Bestrahlen mit einer Mischung aus UV-B und weißem Licht, so daß man eine merkliche Rotfärbung erst ab einer Bestrahlungsdauer von mehr als 7 Tagen beobachtete. Blaues Licht alleine zeigt eine wesentlich schwächere Wirkung als UV-B oder UV-B/weiß. Die Bestrahlung mit rotem Licht und UV-A (mit oder ohne weißes Licht) war nahezu wirkungslos. Da UV-A- und UV-B-Röhren im sichtbaren Bereich ungefähr die gleiche, wenn auch geringe Strahlungsdichte (vgl. Tabelle 1) zeigen, belegt dieses Ergebnis, daß die mit UV-B erzielten Ergebnisse nicht durch "Verunreinigungen" mit weißem oder blauen Licht hervorgerufen werden.

Die Tabellen 2a und 2b (Mutsu, Zitronenapfel und Granny Smith) zeigen auch, daß man bei "grünen" Sorten eine Anthocyanbildung nur mit UV-B-Licht, insbesondere in Mischung mit Weißlicht erzielt.

Tabelle 2a

Lichtquelle		Idared			Jonagold			Pilot		
		Chromameterwerte (Y/x/y)	Absorption (527,5 nm)	opt. Auswertung	Chromameterwerte (Y/x/y)	Absorption (527,5 nm)	opt. Auswertung	Chromameterwerte (Y/x/y)	Absorption (527,5 nm)	opt. Auswertung
Blau	0 Tage	37,4/0,348/0,429	0,413	-	33,6/0,347/0,418	0,173	-	34,6/0,347/0,431	0,154	-
	3 Tage	34,3/0,346/0,427	(c)	-	34,0/0,347/0,421		-	35,3/0,351/0,432		-
	5 Tage	33,3/0,349/0,435			32,4/0,351/0,425			32,1/0,354/0,443		
	7 Tage	34,4/0,354/0,445	0,180	-	28,2/0,353/0,426	0,159	-	33,4/0,358/0,450	0,152	-
Blau + Weiß	3 Tage	35,5/0,348/0,428		-	33,4/0,347/0,426		-	31,0/0,350/0,425		-
	5 Tage	34,9/0,349/0,434			31,9/0,348/0,432			30,3/0,352/0,432		
	7 Tage	33,9/0,350/0,438	0,144	-	31,1/0,352/0,431	0,137	-	30,8/0,353/0,438	0,195	-
	3 Tage	34,2/0,348/0,430		-	32,4/0,345/0,422		-	32,3/0,348/0,429		-
UV-A	5 Tage	34,8/0,353/0,441			30,2/0,350/0,433			28,4/0,349/0,441		
	7 Tage	39,9/0,354/0,436	0,089	-	33,5/0,352/0,437	0,105	-	31,6/0,352/0,446	0,132	-
	3 Tage	37,0/0,344/0,425		-	32,4/0,346/0,422		-	33,6/0,349/0,432		-
	5 Tage	37,1/0,351/0,434			32,1/0,348/0,428			32,1/0,351/0,440		
UV-A + Weiß	7 Tage	36,9/0,353/0,437	0,108	-	29,7/0,352/0,430	0,161	-	31,7/0,355/0,447	0,087	-
	3 Tage	28,0/0,359/0,401		-/+	26,1/0,366/0,387		-/+	21,0/0,377/0,369		+
	5 Tage	23,8/0,372/0,385			21,7/0,373/0,383			17,8/0,381/0,364		
	7 Tage	28,8/0,377/0,408	0,430	+	19,3/0,383/0,376	0,320	++	16,3/0,388/0,366	0,782	++
UV-B	3 Tage	24,3/0,363/0,414		+	21,4/0,359/0,373		+	16,9/0,369/0,348		++
	5 Tage	21,4/0,378/0,374			17,0/0,368/0,357			13,2/0,366/0,335		
	7 Tage	17,8/0,376/0,369	1,076	+++	17,2/0,373/0,367	1,008	+++	12,9/0,372/0,338	1,950	+++

Tabelle 2a (Fortsetzung)

Lichtquelle	Cox Orange			Elstar			Gloster		
	Chromameterwerte (Y/x/y)	Absorption (527,5 nm)	opt. Auswertung	Chromameterwerte (Y/x/y)	Absorption (527,5 nm)	opt. Auswertung	Chromameterwerte (Y/x/y)	Absorption (527,5 nm)	opt. Auswertung
Blau	0 Tage	38,6/0,349/0,427	0,086	-	40,7/0,352/0,424	0,118	41,2/0,345/0,411	0,183	-
	3 Tage	40,4/0,349/0,422	-	-	37,5/0,353/0,423	-	37,6/0,353/0,383	-	-/+
	5 Tage	37,2/0,345/0,433	-	-	36,8/0,358/0,433	-	32,8/0,363/0,380	-	-
	7 Tage	34,3/0,355/0,440	0,133	-/+	37,9/0,360/0,438	0,135	28,5/0,372/0,374	0,256	-/+
Blau + Weiß	3 Tage	39,5/0,351/0,427	-	-	39,4/0,352/0,424	-	39,0/0,348/0,402	-	-
	5 Tage	39,9/0,353/0,431	-	-	32,1/0,353/0,435	-	35,6/0,355/0,389	-	-
	7 Tage	35,7/0,355/0,439	0,100	-	39,3/0,357/0,435	0,087	32,5/0,362/0,382	0,237	-/+
	3 Tage	37,5/0,353/0,432	-	-	32,7/0,348/0,421	-	40,0/0,345/0,410	-	-
UV-A	5 Tage	38,2/0,357/0,443	-	-	32,5/0,353/0,435	-	38,0/0,355/0,405	-	-
	7 Tage	33,9/0,356/0,444	0,127	-	32,1/0,357/0,441	0,095	31,5/0,362/0,382	0,170	-
	3 Tage	37,9/0,351/0,427	-	-	35,1/0,348/0,425	-	37,7/0,349/0,397	-	-
	5 Tage	33,1/0,349/0,430	-	-	33,6/0,352/0,435	-	32,1/0,355/0,386	-	-
UV-A + Weiß	7 Tage	33,1/0,354/0,439	0,098	-	32,1/0,357/0,441	0,150	32,5/0,359/0,403	0,205	-
	3 Tage	20,9/0,369/0,362	-	+	23,5/0,367/0,376	-	20,6/0,378/0,348	-	++
	5 Tage	17,9/0,376/0,363	-	-	19,4/0,378/0,366	-	18,1/0,387/0,342	-	-
	7 Tage	22,0/0,385/0,380	0,679	+++	20,3/0,381/0,377	0,853	15,3/0,387/0,346	0,832	+++
UV-B	3 Tage	17,1/0,367/0,350	-	++	21,3/0,379/0,360	-	19,6/0,370/0,340	-	++
	5 Tage	15,6/0,376/0,346	-	-	17,6/0,388/0,351	-	17,5/0,377/0,339	-	-
	7 Tage	14,4/0,379/0,346	1,472	+++	18,3/0,384/0,362	1,421	16,1/0,377/0,341	2,509	+++
	3 Tage	17,1/0,367/0,350	-	++	21,3/0,379/0,360	-	19,6/0,370/0,340	-	++

Tabelle 2a (Fortsetzung)

		Golden Delicious			Zitronen- apfel			Mutsu		Granny Smith	
Lichtquelle		Chromameterwerte (Y/x/y)	Absorption (527,5 nm)	opt. Auswertung	Chromameterwerte (Y/x/y)	Absorption (527,5 nm)	opt. Auswertung	opt. Auswertung	Absorption (527,5 nm)	opt. Auswertung	
	0 Tage	35,2/0,345/0,418	0,124	-	41,4/0,346/0,421	0,144	-	-	0,184	-	
Blau	3 Tage	36,8/0,346/0,420		-	34,0/0,347/0,426		-				
	5 Tage	35,0/0,349/0,431			32,0/0,348/0,434						
	7 Tage	35,7/0,355/0,435	0,172	-	32,5/0,355/0,444	0,089	-	-	0,126	-	
Blau + Weiß	3 Tage	33,4/0,345/0,422		-	32,7/0,349/0,425		-				
	5 Tage	31,0/0,346/0,426			32,4/0,353/0,435						
	7 Tage	31,9/0,349/0,431	0,189	-(b)	32,2/0,356/0,441	0,068	-(a)	-	0,132	-	
UV-A	3 Tage	38,3/0,350/0,421		-	32,2/0,346/0,421		-				
	5 Tage	34,4/0,353/0,427			32,6/0,350/0,437						
	7 Tage	33,3/0,353/0,435	0,087	-	32,0/0,353/0,444	0,127	-	-		-	
UV-A + Weiß	3 Tage	35,9/0,348/0,425		-	34,1/0,348/0,429		-				
	5 Tage	36,2/0,350/0,431			30,1/0,348/0,433						
	7 Tage	34,5/0,354/0,439	0,137	-(b)	30,8/0,353/0,443	0,134	-(a)	-	0,153	-	
UV-B	3 Tage	23,9/0,359/0,382		+	24,7/0,369/0,377		+				
	5 Tage	19,8/0,364/0,380			17,2/0,379/0,354						
	7 Tage	19,8/0,374/0,389	0,508	++(b)	16,2/0,384/0,364	0,750	+++ (a)	++	0,512	++	
UV-B + Weiß	3 Tage	26,0/0,368/0,368		+	20,2/0,375/0,353		++				
	5 Tage	18,2/0,379/0,360			15,2/0,378/0,338						
	7 Tage	17,2/0,384/0,361	1,039	+++ (b)	13,5/0,380/0,337	1,953	+++ (a)	+++	0,717	+++	

(a) vgl. Fig. 2a

(b) vgl. Fig. 2b

(c) bei leeren Kästchen keine Messung durchgeführt



Tabelle 2b

		Idared	Jonagold	Pilot	Cox Orange	Elstar	Gloster	Golden Delicious	Zitronen- apfel
Lichtquelle		Absorption (527,5 nm)	Absorption (527,5 nm)	Absorption (527,5 nm)	Absorption (527,5 nm)	Absorption (527,5 nm)	Absorption (527,5 nm)	Absorption (527,5 nm)	Absorption (527,5 nm)
	0 Tage	0,183	0,129	0,148	0,154	0,173	0,146	0,207	0,144
Blau	3 Tage	0,246	0,224	0,167	0,197	0,144	0,304	0,140	0,153
Blau + Weiß	3 Tage	0,170	0,137	0,243	0,126	0,179	0,332	0,135	0,141
UV-A	3 Tage	0,258	0,132	0,211	0,196	0,172	0,216	0,162	
UV-A + Weiß	3 Tage	0,193	0,190	0,203	0,192	0,169	0,387	0,136	0,141
UV-B	3 Tage	0,485	0,485	0,858	0,283	0,582	0,459	0,500	0,329
UV-B + Weiß	3 Tage	0,871	0,973	1,919	0,461	1,089	1,582	0,668	0,549

## BEISPIEL 2 (Bestrahlung und Nachlagerung)

Die Apfelsorten Cox Orange, Jonagold, Pilot und Golden Delicious wurden unter den in Beispiel 1 angegebenen Bedingungen 0h, 12h, 24h, 32h und 40h mit einer Mischung aus UV-B Licht und weißem Licht in der Klimakammer (17°C) bestrahlt. Die Messung der Anthocyanbildung erfolgte in Beispiel 2 nicht nur unmittelbar nach der Bestrahlung, sondern auch nach einer zusätzlichen 7-tägigen Lagerung in einem Kühlschrank (bei 4°C). Die Messung der Anthocyanbildung erfolgte mit den zuvor erläuterten Verfahren (1) und (2). Die Ergebnisse sind in Tabelle 3 zusammengefaßt. Die mit Pilotäpfeln erhaltenen Ergebnisse (und zusätzliche Messungen an Pilotäpfeln nach 28h, 36h, 48h, 52h, 56h und 60h) sind in Fig. 3 graphisch dargestellt. Fig. 3 ist ein Balkendiagramm, in dem die Anthocyanbildung (gemessen durch Absorptionsmessungen bei 527,5 nm) für Pilotäpfel dargestellt sind, bei denen die Messung entweder sofort nach der Bestrahlung oder nach einer zusätzlichen Nachlagerung von einer Woche bei 4°C in Dunkeln vorgenommen wurde. Die beobachteten geringfügigen Schwankungen beruhen darauf, daß die Messungsreihe mit unterschiedlichen Äpfeln vorgenommen werden mußte.

Die Ergebnisse zeigen, daß bei der Bestrahlung mit einer Mischung aus UV-B-Licht und weißem Licht schon 12h genügen, um eine merkliche Anthocyanbildung hervorzurufen.

Der Vergleich mit den entsprechenden Werten des Beispiels 1 zeigt ferner, daß während der Nachlagerung im Dunkeln (4°C) sich weiterhin Anthocyan bildete. Sehr gute Werte erhält man bereits bei einer 24-stündigen Bestrahlung und einer 7-tägigen Nachlagerung.

Tabelle 3

	Cox Orange		Jonagold		Pilot		Golden Delicious	
	Chromameter- werte (Y/x/y)	Absorption (527,5nm)	Chromameter- werte (Y/x/y)	Absorption (527,5nm)	Chromameter- werte (Y/x/y)	Absorption (527,5nm)	Chromameter- werte (Y/x/y)	Absorption (527,5nm)
Bestrahlungs- dauer mit UV- B/Weiß-Licht								
0 h B	40,6/0,378/0,474	0,149	39,5/0,361/0,428	0,128	38,3/0,369/0,438	0,159	40,6/0,378/0,434	0,166
12 h B	41,6/0,386/0,435	0,163	40,7/0,359/0,428	0,13	39,2/0,367/0,432	0,142	41,6/0,386/0,435	0,159
12 h B + 7 Tage L	43,5/0,406/0,437	0,248	36,7/0,383/0,439	0,118	23,1/0,404/0,406	0,540	38,1/0,387/0,425	0,140
1 Tag B	38,2/0,376/0,438	0,199	48,0/0,372/0,425	0,113	32,9/0,371/0,425	0,196	38,2/0,376/0,438	0,127
1 Tag B + 7 Tage L	31,8/0,407/0,409	0,258	26,3/0,408/0,400	0,233	17,3/0,420/0,359	1,102	33,4/0,382/0,425	0,205
32 h B	35,0/0,408/0,417	0,209	42,9/0,382/0,431	0,155	33,0/0,392/0,421	0,161	39,2/0,388/0,432	0,131
32 h B + 7 Tage L	39,2/0,388/0,432	0,249	24,0/0,413/0,380	0,363	15,9/0,417/0,353	1,351	29,2/0,411/0,393	0,223
40 h B	34,2/0,400/0,421	0,225	37,3/0,386/0,409	0,183	24,0/0,402/0,388	0,427	34,2/0,400/0,421	0,148
40 h B + 7 Tage L	31,7/0,407/0,405	0,281	23,1/0,405/0,393	0,413	16,4/0,422/0,350	1,373	25/0,405/0,387	0,461

B = Bestrahlung

L = Lagerung

### BEISPIEL 3 (LAGERÄPFEL):

Frisch geerntete Äpfel der folgenden Sorten wurden bis zu 4 Monaten bei Normalbedingungen oder bis zu 12 Monaten unter ULO-Bedingungen gelagert und dann unter den gleichen Bedingungen wie in Beispiel 1 bestrahlt, abgesehen davon daß man über eine Dauer von 3 Tagen bzw. 7 Tagen (teilweise 13 Tage) bestrahlte, wobei man je nach Lichtquelle(n) die folgenden Messungen durchführte:

7-Tage-Werte (13 Tage-Werte) für Blau / Blau + Weiß / UV-A,  
3-Tage-Werte für UV-B und UV-B + Weiß.

Die Anthocyanbildung wurde nach den Verfahren (1) bis (3) bestimmt.

Rotwerdende Sorten: *Cox Orange, Elstar, Gloster, Idared, Jonagold, Pilot;*

Grüne Sorten: *Golden Delicious, Granny Smith und Mutsu.*

Die (nicht dargestellten) Ergebnisse zeigten, daß auch bei der Bestrahlung von längere Zeit gelagerten Äpfeln mit einer Mischung aus UV-B und weißem Licht die Rotfärbung bei allen Äpfeln nach drei Tagen voll ausgebildet war.

Die Mischung aus blauem + weißem Licht zeigte eine stärkere Wirkung als bei frisch geernteten Äpfeln. So erhält man im Unterschied zu frisch geernteten Äpfeln (vgl. Tabelle 2) bereits nach 7 Tagen eine merkliche Rotfärbung. Bei einer Bestrahlung mit einer Mischung aus blauem und weißem Licht von gelagerten Idared-Äpfeln erhielt man beispielsweise nach 13 Tagen eine leuchtend rote Färbung, ausgehend von grünen Äpfeln.

Bei schlecht rot werdenden Sorten (z.B. Cox Orange) hat UV-B allein eine stark beschleunigende Wirkung, ebenso wie bei allen anderen Sorten. Bei den ohnehin relativ gut rot werdenden Sorten z.B. Pilot und Gloster hat schon blaues

Licht (oder eine Mischung aus blauem und weißem) eine beschleunigende Wirkung.

Der Zeitverlauf der Rotfärbung ist bei den gut rot werdenden Sorten nicht wesentlich schneller als bei den grünen Sorten.

Der überraschendste Befund war jedoch, daß alle drei "grünen" Sorten mit UV-B allein, oder noch stärker, mit UV-B + Weiß, ebenfalls vollständig rot werden.

#### BEISPIEL 4 (andere Früchte):

Gelagerte, noch grüne Birnen der Sorte Abate (Herkunftsland: Italien) wurden auf die gleiche Weise wie in Beispiel 1 bestrahlt, jedoch nur mit UV-B-Licht, UV-B- und Weißlicht, Blaulicht und Blau- und Weißlicht. Nur UV-B- bzw. UV-B und Weißlicht führten zu einer Rötung der Früchte nach 3 bis 7 Tagen.

Dieses Ergebnis zeigt, daß das erfindungsgemäße Verfahren auch auf andere Früchte als Äpfel anzuwenden ist.

## PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zur Förderung der Anthocyanbildung in Pflanzen und/oder Früchten, dadurch gekennzeichnet, daß man die Pflanzen und/oder Früchte mit UV-B-Licht bestrahlt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß man die Pflanzen und/oder Früchte mit einer Mischung aus UV-B und weißem Licht bestrahlt.
3. Verfahren zur Förderung der Anthocyanbildung in Pflanzen und/oder Früchten, dadurch gekennzeichnet, daß man die Pflanzen und/oder Früchte mit weißem Licht und zusätzlich mindestens einer blaues Licht emittierenden Lichtquelle bestrahlt.
4. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1-3, dadurch gekennzeichnet, daß man die Pflanzen und/oder Früchte über eine Dauer von mindestens 12 h bestrahlt.
5. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß man die Bestrahlung in einer Klimakammer bei einer Temperatur von 5 bis 25°C durchführt.
6. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand der zu bestrahlenden Pflanzen und/oder Früchte zu der oder den Lichtquellen 25 bis 100 cm beträgt.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1-6, dadurch gekennzeichnet, daß sich auf den Pflanzen und/oder Früchten eine Rotfärbung oder Gelbfärbung ausbildet.

8. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Früchte aus Äpfeln und Birnen ausgewählt werden.
9. Verfahren nach Anspruch einem der Ansprüche 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß man die Rotfärbung bei natürlicherweise rotwerdenden Apfelsorten fördert.
10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Apfelsorten ausgewählt sind aus *Cox Orange*, *Elstar*, *Gloster*, *Idared*, *Jonagold* und *Pilot*.
11. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß man eine Rotfärbung bei natürlicherweise nicht rotwerdenden Apfelsorten ausbildet.
12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Apfelsorten ausgewählt sind aus *Golden Delicious*, *Zitronenapfel*, *Granny Smith* und *Mutsu*.
13. Verfahren nach einem oder mehreren der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß man die Früchte nach der Bestrahlung im Dunkeln lagert.
14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß man über eine Dauer von 12 bis 72 h bestrahlt und anschließend bei 0-10°C für mindestens 2 Tage im Dunkeln lagert.
15. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Früchte nach der Bestrahlung in einem ULO-Lager oder CA-Lager gelagert werden.
16. Verfahren nach einem oder mehreren der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß man Früchte bestrahlt, die vor nicht mehr als 1 Jahr geerntet

wurden.

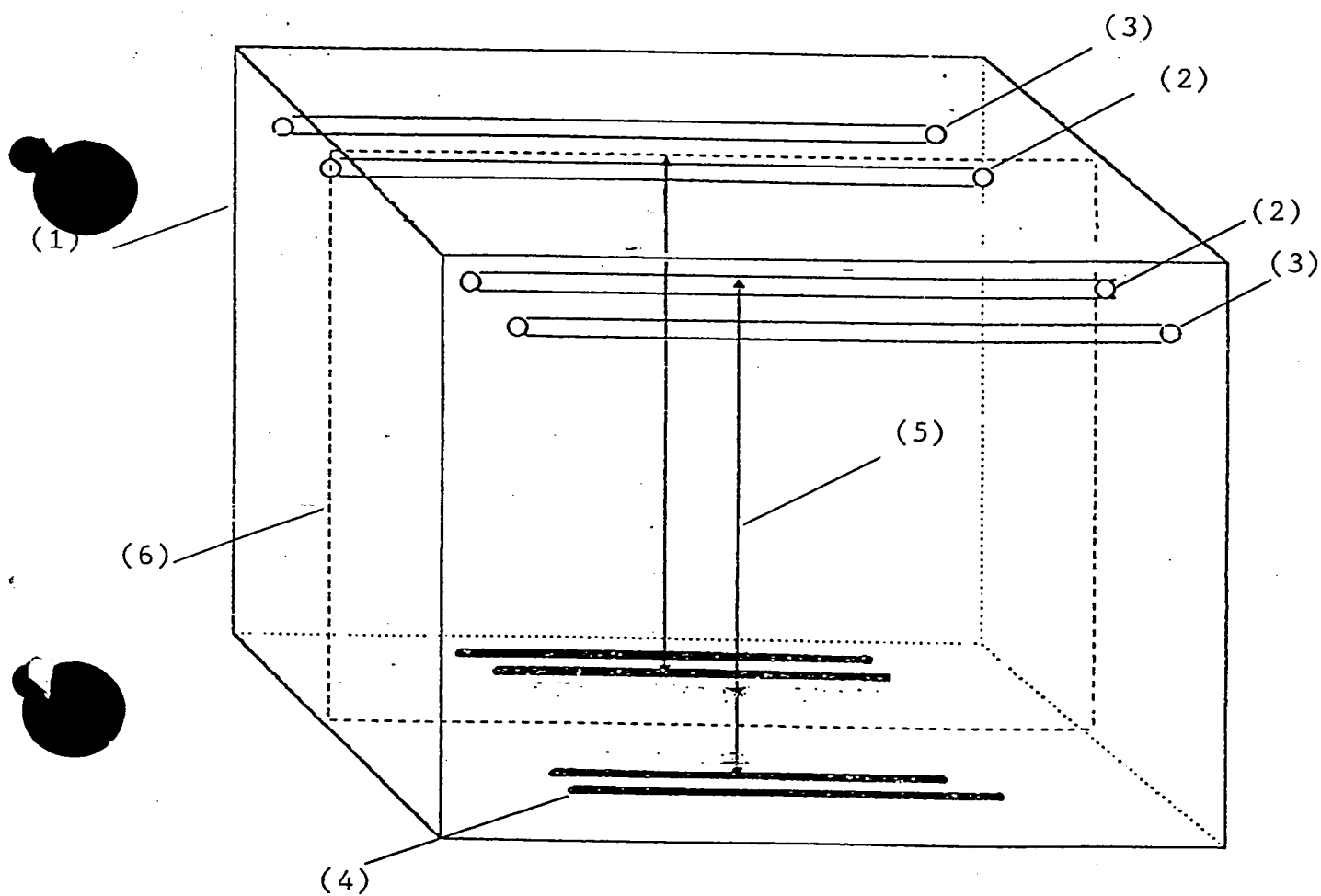
17. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß man zur Ausbildung einer Aussparung der Anthocyyanfärbung mit einer beliebig gewählten Form vor der Bestrahlung eine lichtundurchlässige Abdeckung mit dieser Form auf die nicht oder wenig gefärbten Pflanzen und/oder Früchte aufbringt und die Abdeckung nach der Bestrahlung wieder entfernt.
18. Pflanze und/oder Frucht, dadurch gekennzeichnet, daß sie nach einem Verfahren gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 1-17 erhältlich ist.



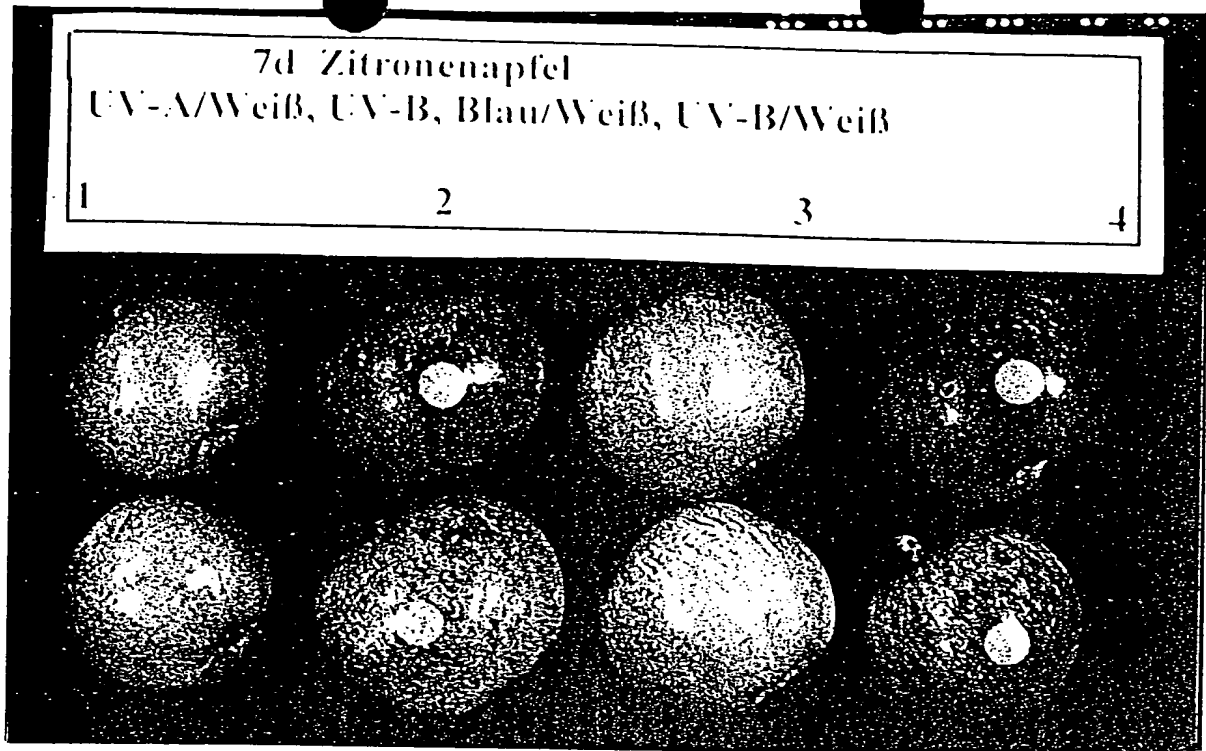
### Zusammenfassung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Förderung der Anthocyanbildung in Pflanzen und/oder Früchten, in welchen man die Pflanzen und/oder Früchte mit UV-B-Licht, mit einer Mischung aus UV-B und weißem Licht oder mit einer Mischung aus weißem Licht und blauem Licht bestrahlt. Die Erfindung ermöglicht die Ausbildung roter Anthocyane in grünen Apfelsorten wie Golden Delicious, Zitronenapfel, Granny Smith oder Mutsu.

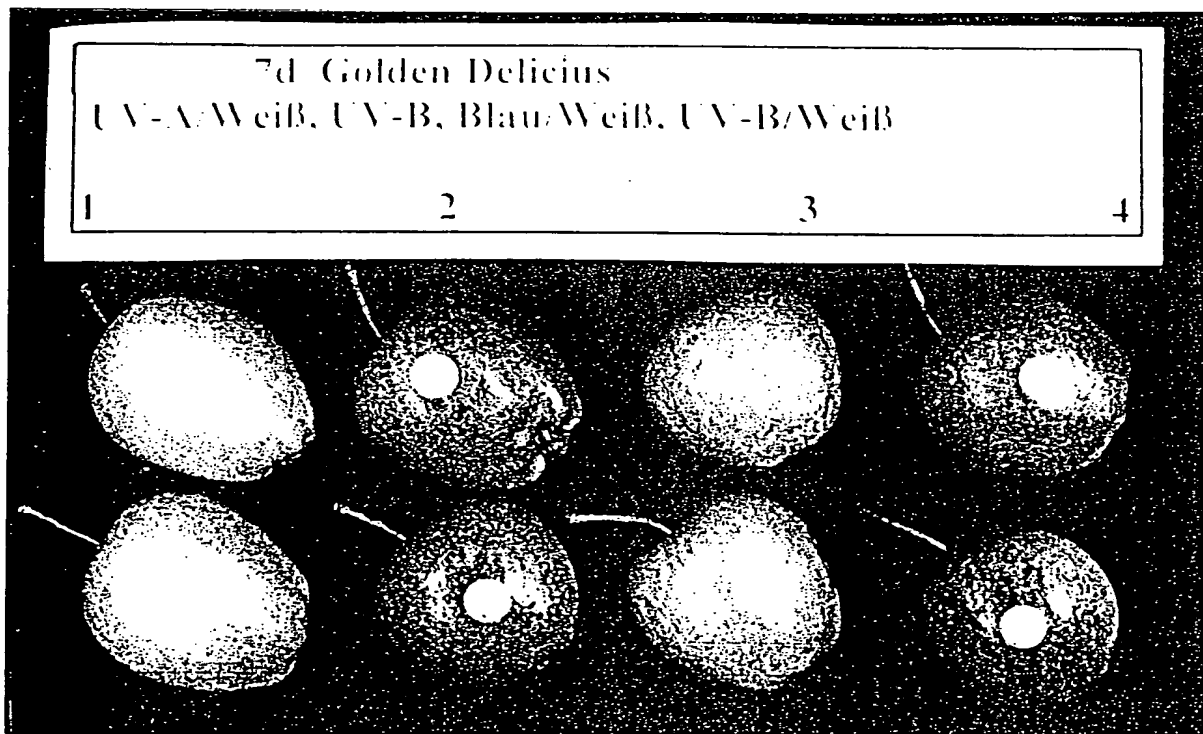
Fig. 1



a)



b)



35

Abs. 527,5nm

Fig. 3 Nachröten der Äpfel bei Lagerung nach der Belichtung

